

## 杭州市区酸性降水现状分析\*

王伟平

(浙江省气象研究所)

我国酸雨主要发生在长江以南地区和西南地区,杭州是长江以南地区经常发生酸雨的城市之一。本文在单点降水酸度监测基础上,用一九八三年九个测点所监测的降水酸度资料,分析了杭州市区目前酸性降水的现状。初步得到一些有意义的结果。为今后进一步开展这方面工作提供参考。

### 1. 资料来源及处理方法

根据杭州市城市布局的特点,我们在市区设置了八个降水采样点。工业区 and 风景区各一个(③、⑥),其它测点基本上属居住区和商业区(见图3)。同时还在市区远郊(35公里)富阳县中国水稻研究所试验场设了一个测点(⑨),进行对比监测。

降水采样和储存样品统一用聚乙烯塑料制品。采样器口径为 36 cm。采样在 1, 4, 7, 10 月份进行,分别代表春夏秋冬四季的状况。每次降水过程采样一次,连续性降水以 24 h 计。采样方法和 pH 值测定均按国家气科院规定的“酸雨观测方法暂行规定”的方法进行。在测定降水酸度的基础上每季还进行一次降水化学组分的测定。雪样在室温下自然融化。每次采样的同时测点⑦还进行同步的气象要素观测,以便对酸雨的形成、酸度的变化、污染物的输送等,结合气象条件进行分析。

降水化学组分测定项目有:  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  六种。其测定方法,  $\text{SO}_4^{2-}$ ——铬酸钡比色法;  $\text{NO}_3^-$ ——酚二磺酸比色法;  $\text{Cl}^-$ ——硝酸银容量法;  $\text{NH}_4^+$ ——纳氏试剂比色法;  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ——EDTA 容量法。pH 平均值用  $[\text{H}^+]$ ——雨量加权法计算。

### 2. 结果与讨论

#### 1) 降水 pH 值

1983 年全市共采集降水样品 361 份,其中雪样 86 份。测定结果表明,  $\text{pH} < 5.6$  的酸雨样品 294 份, 占总样品数的 81.4%。  $\text{pH} > 7.0$  的偏碱性降水样品 10 份, 占总样品数的 3%。降水酸度变化范围 pH 4.03—8.80,  $[\text{H}^+]$  当量浓度高低可差 4 个量级。全市 pH 平均值 4.58。对比点酸雨频率 (67%) 明显低于市区各测点, 而 pH 平均值 (5.4) 和降水化学组分离子浓度与市区各测点比较接近。

降水酸度频数分布图(图1)反映了杭州市区降水酸度的基本状况。从图中可以看到无论什么季节杭州市都可以发生酸雨,其频率在70%以上,秋季酸雨频率最高(96%)。这些监测结果与我们以前单点连续观测情况是一致的。酸雨酸度频数分布表明,杭州市的酸雨大多数出现在 pH 4.3—4.8 范围内,占酸雨总次数的 55%。如图 2 所示。虽然杭州市一年四季酸雨频繁,但还未监测到  $\text{pH} < 4.0$  的酸雨。1983 年我们监测到的最低值是  $\text{pH} 4.03$ 。据报导,酸雨污染较严重的重庆市,酸雨频率段分布在  $\text{pH} 4.1$ — $5.1$  之间,但曾监测到  $\text{pH} 3.0$  的酸雨。这反映了重庆市酸雨污染要比杭州市严重。

#### 2) 酸度时空分布

市区 pH 值分布有二个低值区,分别出现在半山工业区和市区中心附近。酸度在工业区较强,市区

\* 本文于 1985 年 7 月 24 日收到, 1985 年 10 月 30 日收到修改稿。

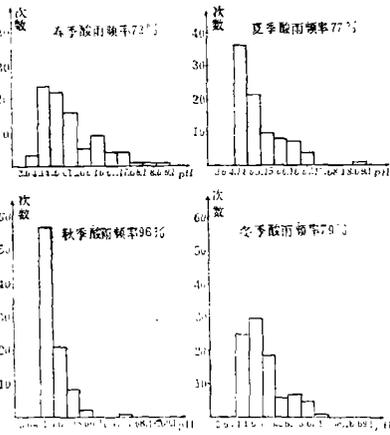


图 1 杭州市区各季降水酸度频数分布图

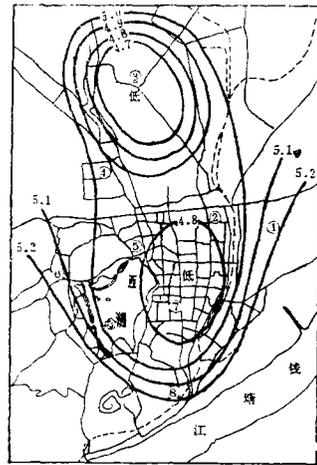


图 3 杭州市区降水酸度等值线分布图

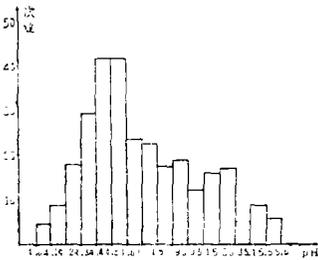


图 2 酸雨酸度频数分布图

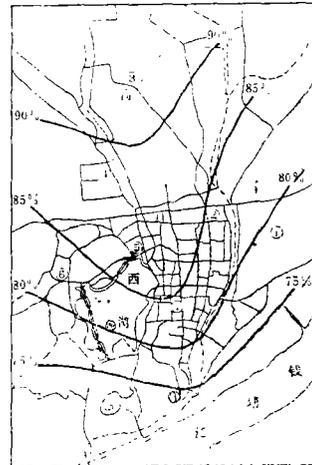


图 4 杭州市区酸雨频率等值线分布图

中心附近大气污染较严重的地区次之,市区边缘较弱(图3)。酸雨频率分布状况,随城市走向自北而南递减(图4)。半山工业区燃煤占全市煤耗的40%,出现酸雨频率较高。市中心人口稠密区,低空排放源及地面源影响很大,酸雨发生的机率也高。这种现状与pH低值区分布较吻合。从常年主导风向(NNW)看,市区位于工业区下风向,必然受各类工厂排放的SO<sub>2</sub>,NO<sub>x</sub>等污染物的污染。对大气污染程度不很严重的地区来说,酸雨污染除了追踪随气流而来的污染物外<sup>[1]</sup>,局地污染源对它的贡献不能忽视。

### 3) 降水化学组分

降水化学组分测定结果(表1)表明,大部分降水样品中SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>离子浓度小于5mg/L,Cl<sup>-</sup>离子浓度相对较高,这主要是沿海地区受海洋气流的影响。虽然降水化学组分每季测定一次,代表性不够理想,但从已测定的6个降水化学组分分析,杭州市区降水污染的程度并不严重。降水中SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>,NO<sub>3</sub><sup>-</sup>离子浓度不高,但pH值同样可以较低。这说明降水酸度除了酸类物质的作用外,还受大气中碱性物质(如颗粒物等)、气象条件、地理环境、土壤酸碱性等等因素的影响。

我们还发现雪水中各种离子浓度(除SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>外)比雨水高。NO<sub>3</sub><sup>-</sup>高8.4%,Cl<sup>-</sup>高23.8%,NH<sub>4</sub><sup>+</sup>高32.3%,Ca<sup>2+</sup>高31.6%,Mg<sup>2+</sup>高44.9%。雪水中化学组分浓度高,与冬季城市大气污染状况有一定关系。1983年

表 1 1983 年杭州市降水化学组分

项目	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>		SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>		Cl <sup>-</sup>		NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		Ca <sup>2+</sup>		Mg <sup>2+</sup>	
	雨雪		雨	雪	雨	雪	雨	雪	雨	雪	雨	雪
杭九中①	0.151	0.443	<5.00	<5.00	1.73	3.17	0.753	1.800	0.40	1.04	1.45	2.82
杭一中②	0.399	0.620	<5.00	<5.00	2.67	5.55	0.566	1.286	0.93	9.28	1.23	2.82
拱震中学③	0.266	0.354	<5.00	<5.00	1.98	4.96	0.708	1.286	0.40	0.48	1.11	4.32
莫干山中学④	0.310	0.399	<5.00	<5.00	2.47	3.96	0.708	1.029	1.01	1.28	1.60	4.42
少年宫⑤	1.063	0.443	7.00	<5.00	7.93	5.35	0.514	1.286	7.21	0.80	3.40	1.80
西湖小学⑥	0.376	0.487	<5.00	10.00	2.97	5.15	0.360	1.286	4.25	1.04	1.96	1.50
省气象局⑦	0.221	0.399	12.00	<5.00	2.62	4.16	1.543	0.771	0.40	5.60	1.47	3.45
五四中学⑧	0.421	0.310	<5.00	<5.00	3.96	3.77	1.339	1.029	2.02	1.12	1.84	4.08
水稻试验场⑨	0.244	0.310	<5.00	<5.00	3.10	2.58	0.643	0.771	0.52	4.40	1.10	2.23
全市平均	0.383	0.418	<5.00—12.00	<5.00—10.00	3.27	4.294	0.793	1.172	1.904	2.783	1.68	3.05

环保部门监测的杭州市区大气中四种污染物浓度结果(表 2)表明,冬季市区大气中 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, 颗粒物, CO 等污染物浓度高超标多。一般说,冬季耗煤量多,大气层结比较稳定,扩散能力较差,空气污染的程度要比其它季节严重。因而在大气降水过程中被它所冲刷而清除的污染物也相应地多,使得雪水中各种污染含量增高。

表 2 1983 年杭州市大气中污染物浓度(mg/m<sup>3</sup>)

项目	SO <sub>2</sub>		NO <sub>x</sub>		颗粒物		CO	
	浓度	日超标率	浓度	日超标率	浓度	日超标率	浓度	日超标率
春	0.078	15.4%	0.041	0	0.227	15.0%	1.39	2.5%
夏	0.058	5.0%	0.030	0	0.189	10%	1.51	0
秋	0.091	15.0%	0.042	2.5%	0.185	5.1%	1.31	0
冬	0.117	38.5%	0.056	15.0%	0.361	65.0%	3.01	20.0%

### 3. 结 语

综上所述我们初步可以得到以下结论:

1. 杭州市酸性降水频繁,一年四季均可发生。酸雨频率达80%以上。降水酸度变化范围 pH 4.03—8.80。pH 平均值 4.58。酸雨大部分出现在 pH 4.3—4.8 范围内。但还未发现 pH < 4.0 的酸性降水。
2. 酸雨在城北工业区发生频率最高、酸度也强,而城南相对较低,酸度较弱。
3. 降水中 Cl<sup>-</sup>离子浓度较高,SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>和NO<sub>3</sub><sup>-</sup>离子浓度较低。市区降水污染程度并不严重。雪水中大部分污染物离子浓度比雨水高,与冬季城市大气污染程度有关。

以上分析仅仅是一年实测资料,其代表性不很理想。它还不能全面地反映出杭州市常年情况,尤其是降低化学组分的测定更是如此。因此,有些结论仅提供参考。

### 参 考 文 献

- [1] 李洪珍等, 我国降水酸度的初步研究, 气象学报, 43, 332—339, 1984。

## SOME ANALYSES OF ACID PRECIPITATION OF URBAN DISTRICTS IN HANGZHOU

Wang Weiping

*(Institute of Meteorology, Zhejiang Province)*

### Abstract

The nine observation stations had been established to determine the acidity and some ions in the precipitation over urban area of Hangzhou during 1983. These determinations show that the frequency of acid rain presence is 81.4%, the variation of pH value is 4.03—8.80 and the average of pH is 4.58. Occurred acid rain is mostly in regions of pH 4.3—4.8. The acidity and frequency of precipitation are highest in industrial area of over urban. The concentration of some ions in snow is higher than rain.